

29. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 3. – 5. März 2020 in Braunschweig

## Selektivität von Herbiziden im Russischen Löwenzahn (*Taraxacum kok-saghyz* L. Rodin)

*Selectivity of herbicides in Russian Dandelion* (*Taraxacum kok-saghyz* L. Rodin)

Marie Eggert\*, Katja Thiele

Julius Kühn-Institut, Institut für die Sicherheit biotechnologischer Verfahren bei Pflanzen, Erwin-Baur- Str. 27, 06484 Quedlinburg

\*Korrespondierende Autorin, [marie.eggert@julius-kuehn.de](mailto:marie.eggert@julius-kuehn.de)

DOI 10.5073/jka.2020.464.026



### Zusammenfassung

Russischer Löwenzahn (*Taraxacum koksaghyz*; Tks) gehört zur Familie der Asteraceae und zu den wenigen latexproduzierenden Pflanzen, deren Anbau zur Kautschukgewinnung von wirtschaftlichem Interesse ist. Bereits vor und während des 2. Weltkrieges wurde Kautschuk aus der Löwenzahnwurzel zur Herstellung von Autoreifen verwendet und mehrere tausend Hektar Anbaufläche in der ehemaligen UdSSR, Schweden, Kanada, USA und auch Deutschland bewirtschaftet. Nach Kriegsende verloren alternative Kautschuklieferanten an strategischer Bedeutung und die praktischen Arbeiten sowie die Anbauforschung zum Russischen Löwenzahn wurden eingestellt. Aus einer Vielzahl von Gründen interessieren sich seit Mitte der 2000er Jahre internationale Reifenfirmen wieder für die Gewinnung von Kautschuk aus alternativen Pflanzen zum Kautschukbaum (*Hevea brasiliensis*).

Für den wirtschaftlichen Anbau des Russischen Löwenzahns als kultivierte Wildpflanze in ackerbaulichen Betrieben ist die erfolgreiche Unkrautbekämpfung eine der größten Herausforderungen. Es gibt nur sehr wenige praktische Erfahrungen zum Herbizideinsatz im Löwenzahn als Drillkultur. Zugelassene Herbizide für den Anbau von Tks existieren nicht. Darüber hinaus weist die Art im Gegensatz zu heimischen *Taraxacum*-Arten eine geringe Konkurrenzkraft gegenüber der vorhandenen Ackerbeiflora auf. In der Klimakammer wurden in mehreren Versuchen verschiedene Herbizide in der frühen Entwicklungsphase der Pflanzen (BBCH 10, BBCH 12-14) in unterschiedlichen Aufwandmengen getestet. Zur Beurteilung des Herbizidschadens wurden die Ausdünnung sowie die Wuchsdepression 14 Tage nach der Herbizidanwendung ermittelt. Auf der Grundlage der gewonnenen Ergebnisse aus dem Screening geeignete Herbizidstrategien für den Praxisanbau abzuleiten gestaltet sich schwierig. Wenige Wirkstoffe zeigen sich, wenn überhaupt, nur in stark reduzierten Aufwandmengen als verträglich, so dass keine ausreichende Unkrautbekämpfung im Feld zu erwarten ist bzw. durch die Schädigung der Kultur hohe Ertragsverluste in Kauf zu nehmen sind. In der Konsequenz muss in der Praxis vermehrt auf mechanische Unkrautbekämpfungsmaßnahmen zurückgegriffen werden, um eine ausreichende Unkrautbekämpfung im Russischen Löwenzahn zu erzielen.

**Stichwörter:** Beikrautregulierung, Herbizidstrategie, Herbizidverträglichkeit, Naturkautschuk

### Abstract

Russian dandelion (*Taraxacum koksaghyz*; Tks) belongs to the plant family of asteraceae and to the few latex-producing plants whose cultivation is of economical interest. Already before and during WWII rubber was extracted from dandelion roots and used for tire production from a few thousand hectares of cultivation area in the former UdSSR, Sweden, Canada, United States and Germany. After WWII natural rubber lost its immense strategic significance. Commercial cultivation and field research concerning Tks were stopped until the middle of the 2000 decade, where global players in tire business started to re-discover alternative rubber plants aside from the rubber tree (*Hevea brasiliensis*).

For successful large-scale cultivation of Russian dandelion on farms, regulation of weeds is the biggest challenge. In opposition to the native *Taraxacum* species, Tks shows little competitive ability towards the local weeds. In a series of climate chamber experiments several herbicides were tested during cotyledon stage (BBCH 10) and 2-to-4-leaves stage (BBCH 12-14) in different dosages. Plant damage caused by herbicides was evaluated by plant losses and loss in biomass 14 days after application. It is challenging to conclude practical herbicide strategies from the gained results. Tks tolerated very few herbicides and only in strongly reduced application rates, hence a sufficient regulation of weeds in the field is not expected or high yield losses are to be expected by plant damage. Consequently, practical cultivation of Russian dandelion needs the support of mechanical measures of weed control.

**Keywords:** Herbicide strategy, herbicide selectivity, natural rubber, regulation of weeds

## Einleitung

Russischer Löwenzahn (*Taraxacum koksaghyz*, Tks) ist ursprünglich in den Hochtälern des kasachischen Tian Shan Gebirges beheimatet und ist artverwandt mit den zahlreichen heimischen *Taraxacum*-Arten (KIRSCHNER et al., 2013). Die kultivierte Wildform bietet eine Vielzahl von Verwendungsmöglichkeiten, beispielsweise als alternative Inulinquelle oder Futtermittel (RAMIREZ-CADAVID et al., 2017). Aktuell ist jedoch die Etablierung von Tks als regionaler bzw. lokaler Kautschuklieferant Schwerpunkt verschiedener internationaler Forschungskonsortien (EGGERT et al., 2018). Als nachwachsender Rohstoff ist Löwenzahnkautschuk vor allem für die Herstellung von Autoreifen interessant (CORNISH, 2017). Volatile Weltmarktpreise für Naturkautschuk vom *Hevea*-Baum und die Bedrohung der südostasiatischen Kautschukbaum-Plantagen durch die Pilzkrankheit South American Leaf Blight, verursacht durch den Ascomycet *Microcyclus ulei*, haben den Kautschuk aus der Wurzel von Tks seit mehr als 10 Jahren wieder in den Fokus von Wissenschaftlern und Reifenherstellern weltweit gerückt (VAN BEILEN und POIRIER, 2007). Da sich Tks für den Anbau in der gemäßigten Klimazone eignet, kann Löwenzahnkautschuk bei erfolgreicher Etablierung im großflächigen Anbau einen Anteil des jährlichen Eigenbedarfs an Naturkautschuk in Deutschland decken.

Langfristig stellt die erfolgreiche Unkrautbekämpfung und damit die Entwicklung von Herbizidstrategien einen maßgeblichen Teil der Entwicklung des Produktionsverfahrens für den großflächigen Anbau von Löwenzahn zur Kautschukgewinnung dar. Aus pflanzenbaulicher Sicht stellt der Schutz des kultivierten Tks vor Beikräutern in seiner derzeitigen Wuchsform aus verschiedenen Gründen eine besondere Herausforderung dar: 1.) asynchroner Feldaufgang im Frühjahr unter zu kühlen und trockenen Witterungsbedingungen (KREUZBERGER et al., 2016) 2.) sehr langsame Jugendentwicklung im Vergleich zu den Beikräutern 3.) geringe Blattbiomasse und eng am Boden anliegende Blattrosette 4.) die daraus resultierende geringe Konkurrenzkraft von Tks gegenüber der heimischen Nutzflächenflora, aufgrund der hohen Empfindlichkeit gegenüber Beschattung (UHLEMANN et al., 2019).

Es gibt in Deutschland keine zugelassenen Herbizide für den Einsatz in Tks. Darüber hinaus existieren bisher keine veröffentlichten experimentellen Ergebnisse zum Herbizideinsatz in Russischem Löwenzahn sowie nur sehr wenige praktische Erfahrungen mit wenigen im Rahmen einer Einzelfallgenehmigung nach §22 (2) PflSchG eingesetzten Mitteln, die in vergleichbaren Kulturen eine Zulassung haben. Daher wurde zunächst unter Klimakammerbedingungen ein Herbizidscreening durchgeführt. Das Ziel war unter kontrollierten Bedingungen Herbizide zu ermitteln, die Tks nicht schädigen, um mögliche Herbizidstrategien für den Feldeinsatz abzuleiten. Für das Screening wurden in Deutschland zugelassene Herbizide ausgewählt, die eine Indikation gegenüber einjährigen zweikeimblättrigen Unkräutern in Zuckerrübe (ähnliche Kulturbedingungen-Sommerkultur), Chicorée oder weiteren Asteraceen (Sonnenblume, Sonnenhut, Schwarzwurzel, Endivien) haben oder mit denen aufgrund einzelner Versuchsprotokolle der Länder Erfahrungen zu Chicorée und Salatlöwenzahn bestanden.

## Material und Methoden

Für die Nachauflaufbehandlung wurden Sämlinge unter Klimakammerbedingungen in einem gedämpften Sand-Humus-Gemisch (2:1 (v/v)) in Anzuchtschalen (Fa. Baumann Saatzuchtbedarf, Gr. 2, 18,3 x 13,6 x 6,4 cm, 1.000 ml) aus 100 Achänen pro Schale angezogen. Verwendet wurden zwei *Taraxacum*-Herkünfte – Tks (2n=16, 4-6 % Naturkautschuk i.d.TM) von offen im Freiland am Standort Quedlinburg abgeblühtem Tks aus dem Jahr 2018 und Saatgut aus dem Nachbau der von der Fa. Eskusa erzeugten Hybride 207 (Eskusa Zuchtlinie RT, Tks2n x To3n, kein Kautschuk nachweisbar). Die Hybridlinie 207 ist durch eine schnellere Jugendentwicklung und eine größere Blattflächenentwicklung im Vergleich zu Tks gekennzeichnet. Die Keimfähigkeit des verwendeten Saatguts lag bei Tks bei 70-80 % und bei der Hybride 207 bei 30-40 % der ausgelegten Samen auf Filterpapier. Die Sämlinge wurden bis zur Keimung bei geschlossenem Deckel angezogen, der Deckel bei sichtbarer Keimung entfernt und unter einem 16/8h-Tag-Nachtzyklus (5000 Lux,

Lampentyp: „Vollspektrum“-Lampe, EYE Clean Ace MT250DL) bei 21 °C and einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60 % kultiviert. Die Bewässerung erfolgte zweimal täglich nach erfolgter Keimung und Entfernung der Schutzdeckel von oben mittels Nebelbrause. Die Bewässerung erfolgte frühestens sechs Stunden nach Herbizidanwendung.

In einer Serie von drei Versuchen wurden nach Auflaufen von Tks und Hybride 207 jeweils im Keimblattstadium (BBCH 10) und im 2-4-Laubblattstadium (BBCH 12-14) insgesamt 14 verschiedene Herbizide unterschiedlicher Wirkstoffklassen getestet. Die Herbizide wurden i.d.R. mit der doppelten zugelassenen Aufwandmenge (AWM, 2N) sowie in der maximal zugelassenen AWM (N) einer vergleichbaren Kultur und einer reduzierten AWM (0,5N) getestet. Bei einer erkennbaren, aber noch tolerierbaren Unverträglichkeit wurde die AWM in einer weiteren Versuchsreihe noch stärker reduziert (0,25N, 0,125N). So wurden insgesamt 69 verschiedene Behandlungen (Herbizid x AWM) geprüft (Tab. 1). In jedem Versuch (blockweise randomisiert, n=4) gab es jeweils eine unbehandelte Kontrolle von Tks und Hybride 207. Die Anwendung fand manuell mittels Zerstäuber Fa. Roth, 50 ml, PE) statt. Als Parameter für die Verträglichkeit der Herbizide wurden die Ausdünnung sowie die Wuchsdepression nach Herbizidanwendung ermittelt. Die Ausdünnung ist als die prozentuale Veränderung der Anzahl der Sämlinge, die Wuchsdepression als die prozentuale Veränderung der Gesamtpflanzenbiomasse (Frischmasse) 14 Tage nach Anwendung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (=100 %) definiert.

**Tab. 1** Angewandte Herbizide im Klimakammerversuch, Aufwandmengen und Anwendungstermin im Nachauflauf (BBCH 10 oder BBCH 12-14) in Tks und Hybride 207.

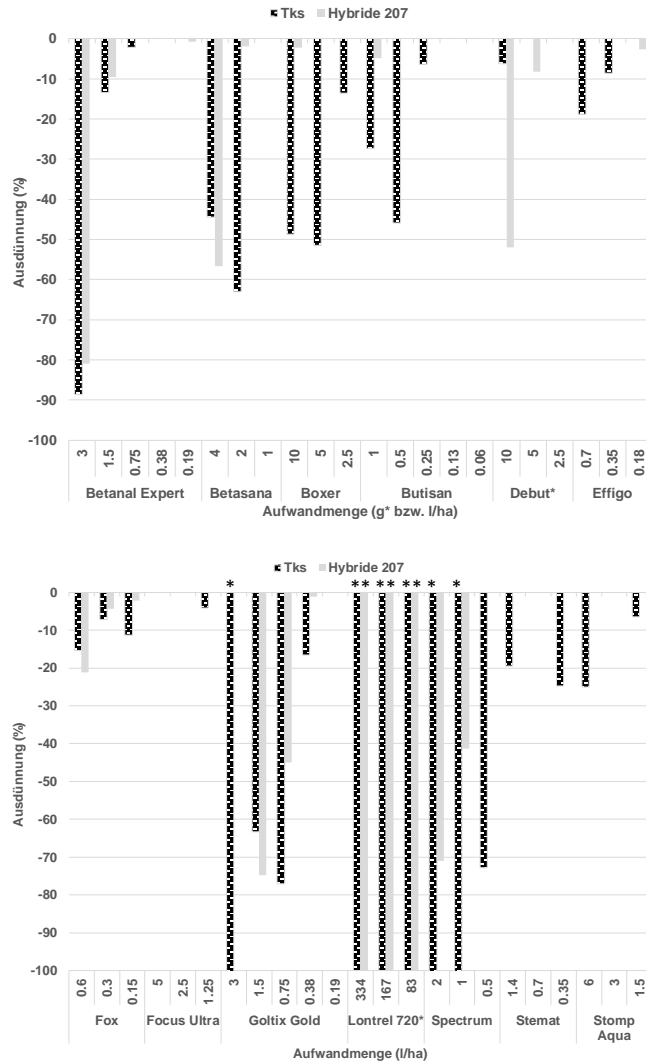
**Tab. 1** Used herbicides, dose rates and application time in climate chamber trials in Tks and Hybride 207.

Herbizid	Wirkstoffe	Aufwandmenge (*g bzw. l/ha)					Termin
		2N	N	0.5N	0.25N	0.125N	
Betanal Expert	Phenmedipham (75g/l), Ethofumesat (115 g/l), Desmedipham (25 g/l)	3	1.5	0.75	0.38	0.19	BBCH 10
Betasana	Phenmedipham (160 g/l)	4	2	1			
Boxer	Prosulfocarb (800 g/l)	10	5	2.5			
Butisan	Metazachlor (500 g/l)	1	0.5	0.25	0.13	0.06	
Debut*	Triflusalufuron (486 g/kg)	10	5	2.5			
Effigo	Clopyralid + Picloram (260g/l + 67 g/l)	0.70	0.35	0.18			
Focus Ultra	Cycloxydim (100 g/l)	5	2.5	1.25			
Fox	Bifenox (460 g/l)	0.6	0.3	0.15			
Goltix Gold	Metamitron (700 g/l)	3	1.5	0.75	0.38	0.19	
Lontrel 720*	Clopyralid (720 g/kg)	334	167	84			
Spectrum	Dimethenamid-P (720 g/l)	2	1	0.5			BBCH 12-14
Stemat	Ethofumesat (500 g/l)	1.4	0.7	0.35			
Stomp Aqua	Pendimethalin (455 g/l)	6	3	1.5			
Butisan	Metazachlor (500 g/l)	0.06	0.03	0.02			
Debut*	Triflusalufuron (486 g/kg)	1.25	0.63	0.31			
Effigo	Clopyralid + Picloram (260g/l + 67 g/l)	0.18	0.09	0.05			
Fox	Bifenox (460 g/l)	0.15	0.08	0.04			
Goltix Gold	Metamitron (700 g/l)	0.19	0.1	0.05			
Lontrel 720*	Clopyralid (720 g/kg)	42	21	10.5			
Sencor Liquid	Metribuzin (600 g/l)	0.2	0.1	0.05			
Stomp Aqua	Pendimethalin (455 g/l)	1	0.75	0.38			

\* prepared from solid formulation

## Ergebnisse und Diskussion

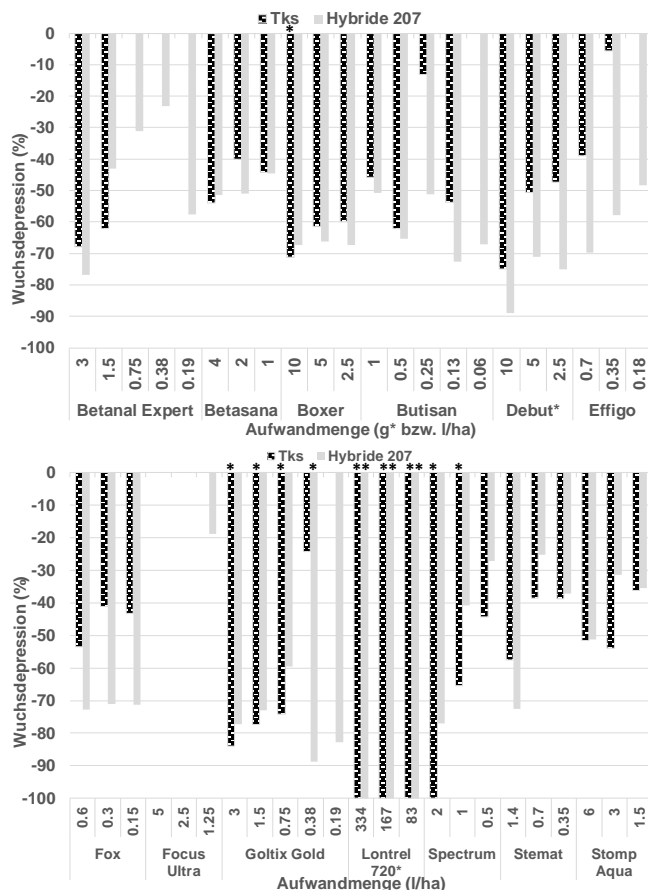
Aufgrund der geringen Wuchshöhe von Tks im Vergleich zur ortsüblichen Ackerbeiflora und der hohen Empfindlichkeit von Tks gegenüber Beschattung (UHLEMANN et al., 2019) ist es notwendig, Herbizide zu ermitteln, die insbesondere in der frühen Entwicklung von Tks (BBCH 10-14) verträglich sind und gleichzeitig den Unkrautdruck nachhaltig reduzieren.



**Abb. 1** Ausdünnung durch Herbizidanwendung in BBCH 10 bei Tks und Hybride 207 14 Tage nach Anwendung im Vergleich zu unbehandelter Kontrolle (=100 %). \* signifikanter Unterschied mit  $p < 0,05$  im Vergleich zur Kontrolle (Einfaktorielle Varianzanalyse auf Grundlage der quantitativen Originaldaten).

**Fig. 1** Plant losses after herbicide application in early cotyledon stage (BBCH 10) in Tks and Hybride 207 14 days after application compared to an untreated control (=100%). \* indicates a significant difference with  $p < 0.05$  in comparison to the control (one factorial variance analysis based on quantitative original data).

In BBCH 10 wurden durch 3 l/ha Betanal Expert, 0,6 l/ha Fox, 1,5 l/ha Goltix Gold, Lontrel (alle AWM), 2 und 1 l/ha Spectrum signifikante Ausdünnungen in beiden *Taraxacum*-Herkünften verursacht (Abb. 1). Lontrel 720 führte mit allen AWM in beiden Herkünften dazu, dass kein Sämling überlebte. Weitere signifikante bzw. relevante ( $> 20$  %) Ausdünnungen wurden durch 2 und 4 l/ha Betasana, 2,5 bis 10 l/ha Boxer, 0,38 bis 3 l/ha Goltix Gold, 0,5 l/ha Spectrum, 0,35 bis 1,4 l/ha Stemat sowie 6 l/ha Stomp Aqua nur in Tks beobachtet. Relevante, aber nicht signifikante Ausdünnungen wurden in Hybride 207 nur durch 4 l/ha Betasana sowie 10 g/ha Debut verursacht.



**Abb. 2** Wuchsdepression durch Herbizidanwendung in BBCH 10 bei Tks und Hybride 207 14 Tage nach Anwendung im Vergleich zu unbehandelter Kontrolle (=100 %). \* signifikanter Unterschied mit  $p < 0,05$  im Vergleich zur Kontrolle (Einfaktorielle Varianzanalyse auf Grundlage der quantitativen Originaldaten).

**Fig. 2** Growth depression after herbicide application in early cotyledon stage (BBCH 10) in Tks and Hybride 207 14 days after application compared to an untreated control (=100%). \* indicates a significant difference with  $p < 0.05$  in comparison to the control (one factorial variance analysis based on quantitative original data).

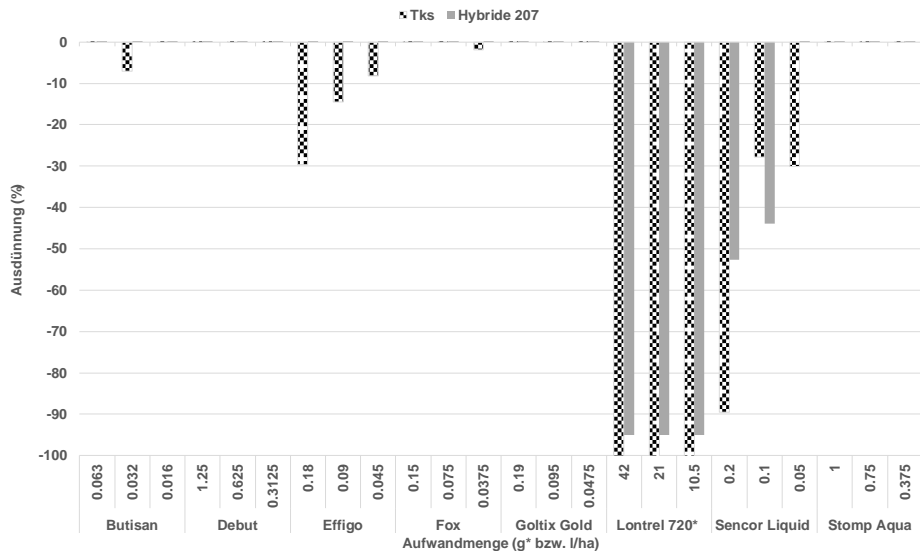
Das geringe Ausmaß an Ausdünnung in der Hybride 207 ergab sich teilweise aufgrund des heterogenen Aufgangs der Linie, da z.T. noch nach der Nachauflaufbehandlung Samen keimten. Diese waren dann nicht direkt über die Keimblätter der Herbizidanwendung ausgesetzt. Dennoch zeigte sich auch bei diesen Varianten eine deutliche Wuchsdepression, was auf eine Wirkung dieser Herbizide auf die Keimlinge über die Wurzel hindeutet (Abb. 2).

Als verträglich hinsichtlich der zu erwartenden Ausdünnung können daher in Tks 0,19 bis 1,5 l/ha Betanal Expert, 1 l/ha Betasana, 0,06 bis 0,25 l/ha Butisan, 2,5 bis 5 g/ha Debut, 0,18 bis 0,7 l/ha Effigo, 0,15 bis 0,3 l/ha Fox, 1,25 bis 5 l/ha Focus Ultra (Graminizid!), 0,19 l/ha Goltix Gold, 0,35 bis 0,7 l/ha Stemat sowie 1,5 bis 3 l/ha Stomp Aqua eingestuft werden. Es zeigt sich, dass bei den getesteten Mitteln vor allem nur stark reduzierte AWM von den Sämlingen in BBCH 10 toleriert werden.

Bis auf reduzierte AWM von Betanal Expert (0,75 l/ha, 0,38 l/ha) sowie Focus Ultra (1,25-5 l/ha) wirkten sich alle in BBCH 10 eingesetzten Herbizide negativ auf das Wachstum der Sämlinge in beiden *Taraxacum*-Herkünften aus (Wuchsdepression  $> -30$  % bis  $-80$  %) (Abb. 2). Nur bei wenigen Herbiziden, bspw. bei Spectrum, konnte eine deutliche Verminderung der Wuchsdepression durch

die Reduktion der AWM erzielt werden. Es müssen daher im Stadium BBCH 10 bis auf wenige Ausnahmen (stark reduzierte AWM Betanal Expert, Butisan, Effigo) alle eingesetzten Herbizide als wenig bis nicht verträglich in Tks und der Hybridlinie 207 eingeschätzt werden. Focus Ultra führte auch mit AWM 2N zu keiner Wuchsdepression und kann als verträglich eingestuft werden, so dass zumindest die Ungrasbekämpfung im Löwenzahn kein Problem darstellen wird.

In einem weiteren Versuch sollte untersucht werden, ob durch die Verschiebung des Anwendungszeitpunktes in ein späteres Entwicklungsstadium (BBCH 12-14) eine höhere Verträglichkeit der Herbizide im Löwenzahn erzielt werden kann. Über die Reduktion der AWM und die Anwendung in BBCH 12-14 konnte im Vergleich zu BBCH 10 (Abb. 1) bei Butisan, Debut, Effigo, Fox, Goltix Gold und Stomp Aqua eine signifikante Ausdünnung verhindert werden (Abb. 3).



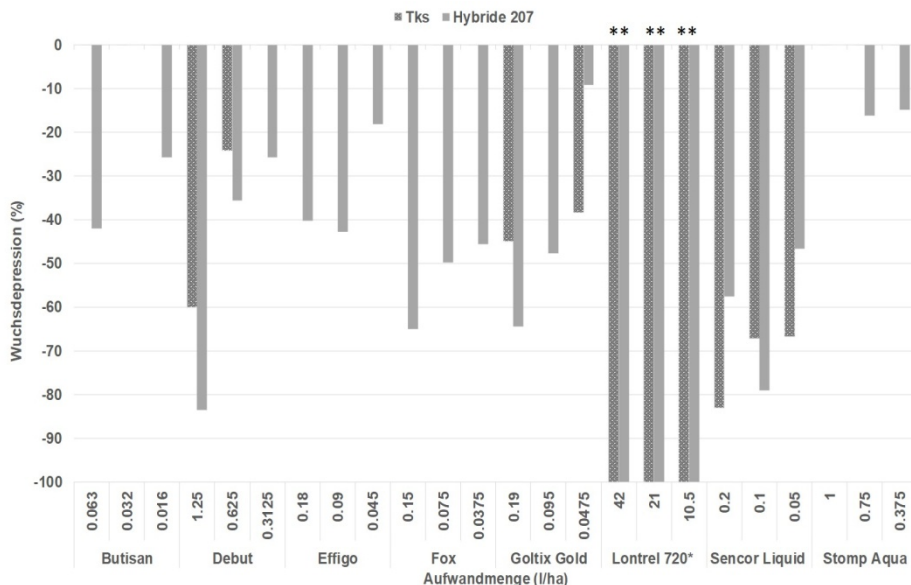
**Abb. 3** Ausdünnung durch Herbizidanwendung in BBCH 12-14 bei Tks und Hybride 207 14 Tage nach Anwendung im Vergleich zu unbehandelter Kontrolle (=100 %). \* signifikanter Unterschied mit  $p < 0,05$  im Vergleich zur Kontrolle (Einfaktorielle Varianzanalyse auf Grundlage der quantitativen Originaldaten).

**Fig. 3** Plant losses after herbicide application in 2-to-4-leaves stage (BBCH 12-14) in Tks and hybride 207 14 days after application compared to an untreated control (=100%). \* indicates a significant difference with  $p < 0.05$  in comparison to the control (one factorial variance analysis based on quantitative original data).

Wiederum nicht verträglich waren Lontrel 720 und Sencor Liquid. Auch Wuchsdepressionen konnten in Tks außer bei Debut und Goltix Gold in diesen Anwendungen vernachlässigt werden (Abb. 4). Interessant war die unterschiedliche Verträglichkeit der Herbizide in den beiden *Taraxacum*-Herkünften. Butisan, Debut, Effigo, Fox und Goltix Gold erzeugten in der Hybride 207 (bis auf einige Ausnahmen) im Gegensatz zu Tks relevante Wuchsdepressionen. Möglicherweise ist dies auf eine höhere absolut aufgenommene Wirkstoffmenge aufgrund des höheren Blattflächenanteils der Hybride 207 im Vergleich zu Tks zum selben Zeitpunkt zurückzuführen.

Die Reduzierung des Konkurrenzdrucks durch Herbizidbehandlung führt in der Regel zu einer Erhöhung bzw. zu einer Sicherung des Ertrags in lange etablierten Kulturpflanzen (PANNACCI und TEI, 2014). Dazu ist aber eine ausreichende Bekämpfung der Unkräuter ohne gleichzeitige Schädigung der Kultur Voraussetzung. Alle im Rahmen des durchgeführten Screenings untersuchten Herbizide (bis auf Focus Ultra) führten in Höhe der zugelassenen AWM (N) zu einer Schädigung von Tks und Hybride 207 in den frühen Entwicklungsstadien. Sie führten z.T. zum vollständigen Absterben der Sämlinge, relevanten Ausdünnungen ( $> 20$  %), Wuchsdepressionen ( $> 30$  %) oder

Wuchsanomalien, vor allem Blattverkrümmungen. In der Konsequenz müssen die untersuchten Mittel/Wirkstoffe als nicht hinreichend selektiv im Löwenzahn eingeschätzt werden. Die Behandlung mit verschiedenen AWM und zu unterschiedlichen BBCH-Stadien sollte eine bessere Differenzierung der Selektivität zwischen den Herbiziden ermöglichen. Aufgrund der hohen Varianz bei den beobachteten Pflanzenzahlen und der Biomasse konnten jedoch nicht immer statistisch abgesicherte signifikante Unterschiede zwischen den Herbiziden und den Kontrollen ermittelt werden.



**Abb. 4** Wuchsdepression durch Herbizidanwendung in BBCH 12-14 bei Tks und Hybride 207 14 Tage nach Anwendung im Vergleich zu unbehandelter Kontrolle (=100 %). \* signifikanter Unterschied mit  $p < 0,05$  im Vergleich zur Kontrolle (Einfaktorielle Varianzanalyse auf Grundlage der quantitativen Originaldaten).

**Fig 4** Growth depression after herbicide application in 2-to-4-leaves stage (BBCH 12-14) in Tks and hybride 207 14 days after application compared to an untreated control (=100%). \* indicates a significant difference with  $p < 0.05$  in comparison to the control (one factorial variance analysis based on quantitative original data).

Auf der Grundlage der erzielten Screeningergebnisse geeignete Herbizidstrategien für den Praxisanbau abzuleiten, gestaltet sich schwierig. Lediglich Betanal Expert war bei stark reduzierten AWM (0,19-0,75 l/ha) für Tks im BBCH 10 verträglich, wenn man nur die Ausdünnung und Wuchsdepressionen in einem Zeitraum von 14 Tagen berücksichtigt. Von stark reduzierten AWM ist jedoch keine ausreichende herbizide Wirkung zu erwarten und auch die Entwicklung von möglichen Resistenzen der Unkräuter darf bei dieser Anwendungsweise nicht vernachlässigt werden (NEVE und POWLES, 2005). Daher ist im Feldversuch die Wirksamkeit des wiederholten Einsatzes von reduzierten Mengen Betanal Expert (0,5-0,75 l/ha) ab BBCH 10 und zu einem späteren Zeitpunkt (ab BBCH 12-14), je nach vorhandenem Unkrautspektrum, mit reduzierten AWM von Butisan, Effigo, Fox und Stomp Aqua zu überprüfen, da diese Herbizide im Screening in Tks keine relevanten Wuchsdepressionen erzeugten (Abb. 4). Da bei den getesteten Mitteln keine hinreichende Selektivität im Löwenzahn vorhanden war, muss auch im Feldversuch bei allen getesteten Mitteln in den zugelassenen und wirksamen AWM von einer relevanten Schädigung des Löwenzahns ausgegangen werden. In der Konsequenz muss im Praxisanbau im Löwenzahn zunächst vermehrt auf mechanische Maßnahmen zurückgegriffen werden, um eine ausreichende Unkrautbekämpfung in Tks zu erzielen. In weiteren Versuchen (weitere Wirkstoffe,

Wirkstoffkombinationen, mehrmalige Anwendung) und im Feldversuch muss ermittelt werden, wie eine wirksame Unkrautbekämpfung ohne relevante Ertragsverminderung von Tks möglich ist.

Die beiden *Taraxacum*-Formen wiesen unterschiedliches Keimverhalten auf. Tks keimte ca. zwei bis vier Tage früher als Hybride 207. Das bedeutet für Tks in der Praxis ebenfalls einen engeren Spielraum für die frühe Nachauflaufbehandlung in den Unkräutern als für Hybride 207. Dafür zeigte Hybride 207 generell größere Keimblätter und entwickelte schneller ein größeres erstes Laubblatt als Tks. Dies kann einerseits zu einer höheren Konkurrenzkraft gegenüber gleichzeitig keimenden Unkräutern führen. Andererseits führt es möglicherweise dazu, dass die absolute aufgenommene Wirkstoffmenge bei den größeren Hybriden höher ist als bei Tks und die phytotoxische Wirkung zum gleichen Entwicklungsstand verstärkt werden kann (RIETHMULLER-HAGE et al., 2007). Spezifische Unterschiede in der Herbizidverträglichkeit zwischen den *Taraxacum*-Herkünften sind ebenso denkbar.

## Danksagung

Die dargestellten Arbeiten wurden am JKI im Rahmen des Projekts „RUBIN“ durch das Fraunhofer-Institut Molekulare Biologie und Angewandte Ökologie (IME) gefördert. Die Autoren danken der Firma Eskusa für die Bereitstellung des Saatguts beider *Taraxacum*-Herkünfte.

## Literatur

- CORNISH, K., 2017: Alternative natural rubber crops: why should we care? *Technology and Innovation* **18** (4), 245–256.
- EGGERT, M., J. SCHIEMANN, K. THIELE, 2018: Yield performance of Russian dandelion transplants (*Taraxacum koksaghyz* L. Rodin) in flat bed and ridge cultivation with different planting densities. *Eur. J. Agron.* **93**, 126–134.
- KIRSCHNER, J., J. STEPANEK, T. CERNY, P. HEER, P.J. VAN DIJK, 2013: Available ex situ germplasm of the potential rubber crop *Taraxacum koksaghyz* belongs to a poor rubber producer, *T. brevicorniculatum* (Compositae-Crepidinae). *Genet. Resour. Crop. Ev.* **60** (2), 455–471.
- KREUZBERGER, M., T. HAHN, S. ZIBEK, J. SCHIEMANN, K. THIELE, 2016: Seasonal pattern of biomass and rubber and inulin of wild Russian dandelion (*Taraxacum koksaghyz* L. Rodin) under experimental field conditions. *Eur. J. Agron.* **80**, 66–77.
- NEVE, P., S. POWLES, 2005: Recurrent selection with reduced herbicide rates results in the rapid evolution of herbicide resistance in *Lolium rigidum*. *Theor. Appl. Genet.* **110**, 1154–1166.
- PANNACCI, E., F. TEI, 2014: Effect of mechanical and chemical methods on weed control, weed seed rain and crop yield in maize, sunflower and soyabean. *Crop Prot.* **64**, 51–59.
- RAMIREZ-CADAVID, D.A., K. CORNISH, F.C. JR. MICHEL, 2017: *Taraxacum kok-saghyz* (TK): compositional analysis of a feedstock for natural rubber and other bioproducts. *Ind. Crop Prod.* **107**, 624–640.
- RIETHMULLER-HAGE, I., L. BASTIAANS, C. KEMPENAAR, V. SMUTNY, M.J. KROPFF, 2007: Are pre-spraying conditions a major determinant of herbicide efficacy? *Weed Res.* **47**, 415–425.
- UHELMANN, I., M. EGGERT, J. SCHIEMANN, K. THIELE, 2019: Zum Wiederaufbau von *Taraxacum koksaghyz* (Asteraceae) als Kautschuklieferant in Deutschland. *Kochia* **12**, 19–35.
- VAN BEILEN, J.B., Y. POIRIER, 2007: Establishment of new crops for the production of natural rubber. *Trends Biotechnol.* **25** (11), 522–529.